

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-065548
 (43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G06T 7/00

(21)Application number : 10-252015

(71)Applicant : TAGATA GENICHI

(22)Date of filing : 21.08.1998

(72)Inventor : TAGATA GENICHI

TAGATA SENJIYU

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE MEASUREMENT METHOD AND DEVICE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve three-dimensional measurement by a simple device and operation by three-dimensionally measuring the surface points of a measurement target according to information that is obtained by a camera from the measurement target and information that is obtained by moving the camera and picking up the still image of the measurement target.

SOLUTION: The coordinates of the surface of a measurement target are three-dimensionally measured according to image information that is obtained by making still a camera and a measurement target and measuring a position on an image surface and image information that is obtained by measuring a position on an image surface by moving one axis out of X, Y, and Z axes of the camera or the measurement target in parallel for measuring a position on the image surface. A plane reflection mirror is set to a plane that is determined by two axes out of X, Y, and Z axes, and a position on the virtual image of the measurement target that can be measured while the camera and the measurement target are still measured. The position on the image surface of the virtual image that is obtained by moving one axis out of X, Y, and Z axes of the camera or the measurement target in parallel is measured. The coordinates on the surface of the measurement target are measured three-dimensionally. When the coordinates on the surface of the measurement target are calculation values or the calculation values of a plurality of operations, a three-dimensional measurement is made by an average operation.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

2005年1月7日(金) 16:49 香山特許事務所

(FAX)06 6327 0710

P.028/040

Searching PAJ

2/2 ページ

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

<http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/PA1/result/detail/.../wAAAz9aaLADA412065548P1.htm> 05/01/05

BEST AVAILABLE COPY

(4)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-65548

(P2000-65548A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl.

G 01 B 11/24
G 06 T 7/00

識別記号

F I

G 01 B 11/24
G 06 F 15/62

マコト(参考)

K 2 F 0 6 5
4 1 5 5 B 0 5 7

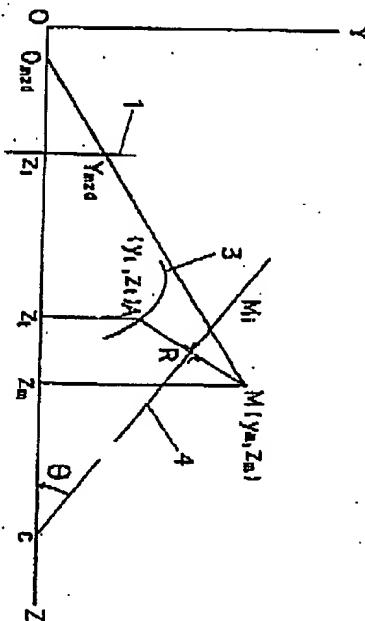
		審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全 12 頁)
(21)出願番号	特願平10-252015	(71)出願人 597113055 田形 源一 静岡県浜松市大人見町12番地155号
(22)出願日	平成10年8月21日(1998.8.21)	(72)発明者 田形 源一 静岡県浜松市大人見町12番地155号 (72)発明者 田形 駿 静岡県浜松市大人見町12番地155号 Fターム(参考) 2F065 AA04 BB05 CC00 DD00 FF01 FF04 FF09 JJ03 LL12 PP21 QQ23 QQ28 QQ42 5B057 BA15 DA07 DB03

(54)【発明の名称】三次元形状計測方法および装置

(57)【要約】

【課題】2面内で一定の傾きと後の1面と平行に反射鏡を設置して、カメラから直接観測できる表面と、観測できない計測対象物の形状を計測する。

【解決手段】1軸方向にカメラ又は測定対象物を平行移動させて、移動前の画像情報と移動後の画像情報から測定対象物の3次元計測ができる。この手法は、カメラから直接観測できる測定対象物の表面と、カメラから直接観測できない測定対象物の表面は反射鏡によって3次元測定を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】測定対象物の表面上に測定対象となる点群があつて、カメラと測定対象物が静止状態で画像面上の位置を計測した画像情報と、カメラ又は測定対象物をX-Y-Zの1軸を平行移動させて得られる画像面上の位置を計測した画像情報から測定対象物の表面の座標を3次元で計測し、平面反射鏡をX-Y-Z軸の内2軸で決定できる平面に単体又は複数設定し、カメラと測定対象物が静止状態で、平面反射鏡ができる測定対象物の虚像を画像面上の位置を計測した画像情報と、カメラ又は測定対象物をX-Y-Zの1軸を平行移動させて得られる測定対象物の虚像の画像面上の位置を計測した画像情報から測定対象物の表面の座標を3次元で計測し、測定対象物の表面の座標を演算で求めた値又は複数の演算で求まる場合は必要に応じて平均操作によって3次元計測する方法と装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術の属する技術分野】本発明は、三次元測定方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】測定対象物にレーザビームを走査させながら照射して基準値からの距離を測定して、3次元画像を計測している。多くは、2つのカメラを使用するステレオ計測によって3次元画像を得ている。スリット光源からスリット光を走査しながら測定対象物に照射してカメラでスリット投影像を観測して3次元画像を求めてい

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の計測法は、装置が複雑で高価である。そこで、カメラ又は測定対象物の平行移動により、平面反射鏡も利用して簡単な装置と簡単な演算で対象物の表面の3次元計測を行う。

【0004】

【課題を解決するための手段】測定対象物の表面上に測定対象となる点群があつて、カメラと測定対象物が静止状態で画像面上の位置を計測した画像情報と、カメラ又は測定対象物をX-Y-Zの1軸を平行移動させて得られる画像面上の位置を計測した画像情報から測定対象物の表面の座標を3次元で計測し、平面反射鏡をX-Y-Z軸の内2軸で決定できる平面に単体又は複数設定し、カメラと測定対象物が静止状態で、平面反射鏡ができる測定対象物の虚像を画像面上の位置を計測した画像情報と、カメラ又は測定対象物をX-Y-Zの1軸を平行移動させて得られる測定対象物の虚像の画像面上の位置を計測した画像情報から測定対象物の表面の座標を3次元で計測し、測定対象物の表面の座標を演算で求めた値又は複数の演算で求まる場合は必要に応じて平均操作によって3次元計測する方法と装置である。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明を図に従って説明する。本発明は、測定対象物をカメラで得た情報と、カメラを移動させ、測定対象物は静止した状態で得た情報から、測定対象物の表面の点を3次元で測定する方法と装置に関するものである。カメラから死角になる測定対象物の表面は、平面反射鏡を使って、測定対象物をカメラで得た情報と、カメラを移動させ、測定対象物は静止した状態で得た情報から、カメラから直接観測できない測定対象物の表面の点を3次元で測定する方法と装置についてのものである。このようにして、測定対象物の全ての表面の座標が3次元で計測できる。X-Y-Z軸への平行移動によって、単一のカメラを使って、測定対象物の全ての表面の座標が3次元で計測できる。

【0006】平面反射鏡はX-Y-Z軸の内2軸で決定できる平面とする。こうすることによって、測定対象物の表面の3次元測定を簡単にし、容易にするためである。平面反射鏡は測定対象物の上下左右に設置することができる。特に、測定対象物の上下の情報は得やすくなる。ただし、平面反射鏡の下部への設置は、測定計で設置の工夫が必要である。平面反射鏡を上部に設置した場合、測定対象物の回転によってカメラから見えない表面の3次元座標が計測できる。回転による座標の変換が必要になる。

【0007】下記の記述は、カメラを移動させ、測定対象物は静止した状態で行われる。しかし、カメラを静止させて、測定対象物を移動させても、下記に示すように全く同じように取り扱うことができるので、これについては説明を省略する。

【0008】測定対象物に多くの点照明を行う。カメラを移動させた場合には、多くの点照明はそのまま静止した状態で計測できるので、簡単な計測系で測定対象物の3次元計測が可能である。測定対象物に多くの点を記録する必要がない利点がある。測定対象物に多くの点を螢光塗料などで予め記録しておいて、照明によってそれらの多くの点を計測することによって3次元画像が得られる。この場合には、カメラ又は測定対象物を移動させても3次元画像が得られる。

【0009】図1と図2からO点はカメラの焦点で、Zf点はカメラの画像面1である。図1はX軸方向の画像面である。図2はY軸方向の画像面1である。AxとAyは測定対象物2表面の計測可能な任意のX軸とY軸の点である。zt'は画像面1のZ軸の位置である。fはカメラの焦点距離である。zt点はA点から垂直にz軸に降ろした点である。図1と図2で、測定点のAを(xt, yt, zt)とする。画像上のを(xt, yt)とする。図1と図2から

【0010】

【数1】

(3)

特開2000-65548

$$x_t = f \frac{x_t}{z_t} \quad (1)$$

$$y_t = f \frac{y_t}{z_t} \quad (2)$$

が得られる。 x_t と y_t は測定可能で、 f が予め与えられている。

【0011】いま、 z 軸方向に距離 d だけカメラを移動させる。 O 点は Ozd に移動する。画像面1上の結像の位

$$x_{zd} = f \frac{x_t}{z_t - d} \quad (3)$$

$$y_{zd} = f \frac{y_t}{z_t - d} \quad (4)$$

が得られる。(1)-(4)から(5)-(7)式が得られる。

【0013】

$$x_t = \frac{X_t \cdot X_{zd} \cdot d}{f (X_{zd} - X_t)} \quad (5)$$

$$y_t = \frac{Y_t \cdot Y_{zd} \cdot d}{f (Y_{zd} - Y_t)} \quad (6)$$

$$z_t = \frac{X_{zd} \cdot d}{X_{zd} - X_t} \quad (7)$$

(4)式から同様な手順で、

【0014】

$$x_t = \frac{X_t \cdot Y_{zd} \cdot d}{f (Y_{zd} - Y_t)} \quad (8)$$

$$y_t = \frac{Y_t \cdot Y_{zd} \cdot d}{f (Y_{zd} - Y_t)} \quad (9)$$

$$z_t = \frac{Y_{zd} \cdot d}{Y_{zd} - Y_t} \quad (10)$$

が得られる。(5)-(10)式をそれぞれ x_t 、 y_t と z_t を平均して x_t 、 y_t と z_t を求めるることもできる。図3と図4から、 X_{zd} と Y_{zd} は測定可能で d は予め分かっているので、測定対象物2の表面にある観測可能な任意のA点(x_t 、 y_t 、 z_t)は決定できる。

$$y_{yd} = f \frac{y_t - d}{z_t} \quad (11)$$

となる。(1)-(2)式と(11)式から

【0017】

$$z_t = \frac{f \cdot d}{Y_t - Y_{yd}} \quad (12)$$

$$x_t = \frac{X_t \cdot d}{Y_t - Y_{yd}} \quad (13)$$

$$y_t = \frac{Y_t \cdot d}{Y_t - Y_{yd}} \quad (14)$$

が得られる。 x_t 、 y_t と Y_{yd} が測定可能で、 d と f は予

め与えられているので、測定対象物2の表面にある観測

【0012】

【数2】

【数3】

【数4】

【数5】

【数6】

【数7】

【数8】

【数9】

【数10】

【0015】いま、 y 軸方向に距離 d だけカメラを移動させる。画像面1上の結像の位置を(X_{yd} 、 Y_{yd})とする。 O が O_{yd} に移動する。(1)式から

【0016】

【数5】

(11)

【数6】

(12)

【数7】

(13)

【数8】

(14)

可能な任意のA点 (x_t, y_t, z_t) は、決定できる。
【0018】いま、図6のようにx軸方向に距離dだけカメラを移動させる。図像図1上の結像の位置を (xx_d, Yxd) とする。Oは Oxd に移動する。(1)式でX

$$X_{xd} = f \frac{x_t - d}{z_t}$$

になる。(1-2)式と(15)式から

【0020】

$$z_t = \frac{f \cdot d}{X_t - X_{xd}}$$

$$x_t = \frac{X_t \cdot d}{X_t - X_{xd}}$$

$$y_t = \frac{Y_t \cdot d}{X_t - X_{xd}}$$

が得られる。 X_t, Y_t と X_{xd} が測定可能で、dとfは予め与えられているので、測定対象物2の表面にある観測可能な任意のA点 (x_t, y_t, z_t) は、決定できる。以上より正面から測定対象物2の任意の点が観測できるとき、カメラをX軸、Y軸、Z軸にそれぞれ独立に少し移動させることによって測定対象物2の任意の点が測定できる。

【0021】図7に示すように、A点 (x_t, y_t, z
 $AR=MR$)

である。 $\angle ARP$ と $\angle MRQ$ は直角で、そして
【0023】

$$\angle PAR = \angle QMR$$

であるから、

【0024】

【数11】 $\triangle APR \equiv \triangle MQR$

$$AP = MQ$$

が成り立つ。P点のY軸の値を y_p とし、Q点のY軸の値を y_q とする。P点では、

$$y_p + z_t \tan \theta = c \tan \theta$$

である。Q点では、

【0027】

$$y_q + z_m \tan \theta = c \tan \theta$$

である。AMとPQは直行するので、

【0028】

$$y_m - y_t = (z_m - z_t) \cot \theta$$

が成り立つ。(21)式から

【0029】

$$y_m - y_q = y_p - y_t$$

となる。(22)式の y_q と(23)式の y_p を代入すると、

$$y_m + y_t = -(z_m + z_t) \tan \theta + 2c \tan \theta$$

になる。(24)式と(29)式から

【0031】

軸方向にdだけ移動させると、

【0019】

【数7】

(15)

【数8】

(16)

(17)

(18)

t) はカメラからは観測できないので、Y軸とZ軸に対してθ度傾いた状態の反射鏡を設置する。図7では、A点は (z_t, y_t) で、M点は (z_m, y_m) とする。 $z = z_t$ における反射鏡の位置をPとする。 $z = z_m$ における反射鏡の位置をQとする。反射鏡でA点の虚像はM点にできる。反射鏡のPQとAMは直行するので、

【0022】

【数9】

(19)

【数10】

(20)

で、両者は合同である。そこで、

【0025】

【数12】

(21)

【0026】

【数13】

(22)

【数14】

(23)

【数15】

(24)

【数16】

(25)

【0030】

【数17】

(26)

【数18】

$$x_t = \frac{(cot\theta - tan\theta)z_m - 2y_m + 2c \cdot tan\theta}{cot\theta + tan\theta} \quad (27)$$

$$y_t = \frac{(tan\theta - cot\theta)y_m - 2z_m + 2c \cdot cot\theta}{tan\theta + cot\theta} \quad (28)$$

が得られる。

【0032】図7と図8から、次式が得られる。

$$X_m = f \frac{x_t}{z_m} \quad (29)$$

$$Y_m = f \frac{y_t}{z_m} \quad (30)$$

Z方向にdだけカメラを平行移動させる。焦点OはO'に移動する。画像面1上のYmzdに像ができるとする。

図9から、

$$Y_{mzd} = f \frac{y_m}{z_m - d} \quad (31)$$

となる。(30-31)式から

【0035】

$$y_m = \frac{d \cdot Y_{mzd} \cdot Y_m}{f(Y_m - Y_{mzd})} \quad (32)$$

(29-30)式と(32)式から

【0036】

$$z_m = \frac{d \cdot Y_{mzd}}{Y_m - Y_{mzd}} \quad (33)$$

$$x_t = \frac{d \cdot Y_{mzd} \cdot X_m}{f(Y_m - Y_{mzd})} \quad (34)$$

が得られる。θ、Xm、Ym、dとYmzdは既知であるから(27-28)式と(32-33)式からytとztが定まる。(34)式からxtも求まるので、A点の座標が決定できる。

【0037】図7において、θ=π/4とすると、Y軸

$$y+z=c$$

である。Aは45度の反射鏡に対して対象で等距離に虚像ができるので、図7から

$$y_t = c - z_m$$

$$z_t = c - y_m$$

が成り立つ。(36-37)式は、(27-28)式でθ=π/4としたのと同じである。

【0040】カメラの位置を図9に示すようにZ軸方向にdだけ平行移動させる。焦点OはOmzdに、画像面1はZ軸上でztからzfdに、ztからzmに、そしてY軸

$$y_t = c - \frac{Y_{mzd} \cdot d}{Y_{mzd} - Y_m} \quad (35)$$

$$z_t = c - \frac{Y_m \cdot Y_{mzd} \cdot d}{f(Y_{mzd} - Y_m)} \quad (36)$$

が得られる。xt、ytとxdが測定可能で、dとfは予め与えられているので、(34)式と(38-39)式

【0033】

【数19】

【0034】

【数20】

【数21】

【数22】

$$(33) \quad (34)$$

$$(35) \quad (36)$$

$$(36) \quad (37)$$

【0038】

【数23】

(35)

【0039】

【数24】

(36)

(37)

上の画像面1における像はYmからYmzdに移動する。θ=π/4であるから、(32-33)式と(36-37)式から

【0041】

【数25】

(38)

(39)

から測定対象物3の表面にある観測可能な任意のA点(xt, yt, zt)は決定できる。θ=π/4のとき

は、三角関数がまったくなく、既知の各定数の四則演算で簡単に演算で求まる特徴がある。

【0042】カメラの位置を図10に示すようにZ軸方向にdだけ平行移動させ、X軸とZ軸面を図10に示

$$x_{mzd} = f \frac{x_m}{z_m - d}$$

となる。(29)式と(40)式から

【0044】

$$x_t = \frac{x_m \cdot X_{mzd} \cdot d}{f (X_{mzd} - X_m)}$$

となる。(29-30)式から

【0045】

$$z_m = f \frac{x_t}{X_m} = \frac{X_{mzd} \cdot d}{X_{mzd} - X_m}$$

$$y_m = \frac{Y_m}{f} z_m = \frac{Y_m \cdot X_{mzd} \cdot d}{f (X_{mzd} - X_m)}$$

(27-28)式に(42-43)を代入すれば、ytとztが定まる。そこで(41)式と合わせてA(xt, yt, zt)が求まる。

【0046】θ=π/4とすると、(36-37)式か

$$y_t = c - \frac{X_{mzd} \cdot d}{X_{myd} - X_m}$$

$$z_t = c - \frac{Y_m \cdot X_{mzd} \cdot d}{(X_{mzd} - X_m)}$$

fとdは既知で、Xm, Ym, XmzdとYmzdは実測できるので、A(xt, yt, zt)が決定できる。図9と図10からxt, ytとztは2通り求まるので、それぞれxt, ytとztを平均して、A(xt, yt, zt)の位置が算出できる。

【0048】図11のように、y軸方向にカメラを平行

$$Y_{myd} = f \frac{y_m - d}{z_m}$$

となる。(29-30)式と(46)式から次式が得られる。

$$x_t = \frac{X_m \cdot d}{Y_m - Y_{myd}}$$

$$z_m = \frac{f \cdot d}{Y_m - Y_{myd}}$$

$$y_m = \frac{Y_m \cdot d}{Y_m - Y_{myd}}$$

(48-49)を(27-28)に代入すれば、ytとztが求まり、そしてA(xt, yt, zt)が決定できる。

【0051】θ=π/4とおくと、(36-37)式か

す。(29)式から

【0043】

【数26】

(40)

【数27】

(41)

【数28】

(42)

(43)

らytとztは次式のように簡単になる。

【0047】

【数29】

(44)

(45)

移動させる。カメラの焦点位置OはOmydになり、A点の画像面1におけるy軸方向の位置はYmからYmydになる。そこで、(30)式から

【0049】

【数30】

(46)

【0050】

【数31】

(47)

(48)

(49)

ら三角関数を含まない次式のように簡単な式になる。fとdは既知で、Xm, Ym, Ymydは実測できるので、A(xt, yt, zt)が定まる。

【0052】

【数32】

$$y_t = c - \frac{f \cdot d}{Y_m - Y_{myd}} \quad (50)$$

$$z_t = c - \frac{Y_m \cdot d}{X_m - X_{mxm}} \quad (51)$$

【0053】図12のように、x軸方向にカメラを平行移動させる。カメラの焦点位置 α は $Omxm$ になり、A点の画像面1におけるx軸方向の位置は X_m から X_{mxm} にな

$$X_{mxm} = f \frac{Y_m - d}{z_m}$$

となる。(29-30)式と(52)式から次式が得られる。

$$x_t = \frac{X_m - d}{X_m - X_{mxm}}$$

$$z_t = \frac{f - d}{X_m - X_{mxm}}$$

$$y_t = \frac{Y_m \cdot d}{X_m - X_{mxm}}$$

(54-55)を(27-28)に代入すれば、 y_t と z_t が求まり、そして $A(x_t, y_t, z_t)$ が決定できる。

【0056】 $\theta = \pi/4$ とおくと、(38-37)式か

$$y_t = c - \frac{f \cdot d}{X_m - X_{mxm}}$$

$$z_t = c - \frac{Y_{mxm} \cdot d}{X_m - X_{mxm}}$$

f と d は既知で、 X_m 、 Y_m 、 X_{myd} は実測できるので、 $A(x_t, y_t, z_t)$ が定まる。

【0058】一方、カメラを固定し、測定対象物2を移動させても同様に $A(x_t, y_t, z_t)$ が求まる。これは、 z_t を $z_t + d$ (d は移動のせ方で符号が正負に変わる。)と書き換えればよく、以上の結果がそのまま採用できる。

【0059】

【発明の効果】カメラ又は測定対象物がXYZ軸の1つの軸の方向への平行移動によって、簡単な演算と測定装置で対象物の表面の3次元計測ができる。さらに、カメラ又は測定対象物がXYZ軸の1つの軸の方向への平行移動によって、XYZの2軸に平面反射鏡を傾けて単体又は複数設置すると、カメラから直接測定できない測定対象物の表面の3次元計測ができる。

【0060】カメラ又は測定対象物のXYZ軸の1つの軸の方向への平行移動によって、單一のカメラで測定対象物の表面の3次元計測ができる。

【0061】平面反射鏡を45度に傾けて設置すると、3次元計測の演算式には三角関数が含まれないので、演算が変数の四則演算で簡単に対象物の表面の3次元座標

る。そこで、(30)式から

【0054】

【数33】

(52)

【0055】

【数34】

(53)

(54)

(55)

ら三角関数を含まない次式のように簡単な式になる。

【0057】

【数35】

(56)

(57)

が算出できる。

【0062】測定対象物に多くの点を照射する照明で、照明でできる測定対象物に多くの点をカメラで計測して、3次元画像得るときには、照明装置は固定のままでよいので、測定対象物に測定のために多くの点を記録する必要がない利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】XZ軸から見た測定対象物の測定点の座標と画像面における測定点の座標である。

【図2】YZ軸から見た測定対象物の測定点の座標と画像面における測定点の座標である。

【図3】XZ軸でZ軸方向にdだけカメラが平行移動したときの画像面における測定点の座標の変化である。

【図4】YZ軸でZ軸方向にdだけカメラが平行移動したときの画像面における測定点の座標の変化である。

【図5】YZ軸でY軸方向にdだけカメラが平行移動したときの画像面における測定点の座標の変化である。

【図6】XZ軸でX軸方向にdだけカメラが平行移動したときの画像面における測定点の座標の変化である。

【図7】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、YZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面に

おける測定点の座標である。

【図8】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、XZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面における測定点の座標である。

【図9】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、Z軸方向にカメラをdだけ平行移動したとき、XZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面における測定点の座標である。

【図10】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、Z軸方向にカメラをdだけ平行移動したとき、XZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面における測定点の座標である。

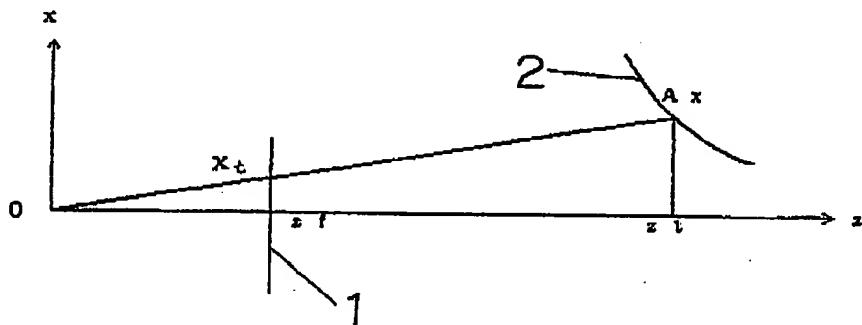
【図11】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、Z軸方向にカメラをdだけ平行移動したとき、YZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面における測定点の座標である。

【図12】YZ軸にθ角傾いた反射鏡を設置したとき、X軸方向にカメラをdだけ平行移動したとき、XZ軸から見た測定対象物の測定点の虚像座標と画像面における測定点の座標である。

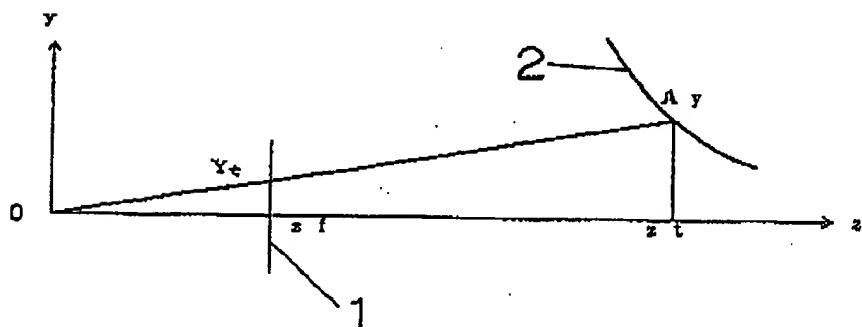
【符号の説明】

- 1 画像面
- 3 カメラから見えない測定対象物
- 4 反射鏡

【図1】



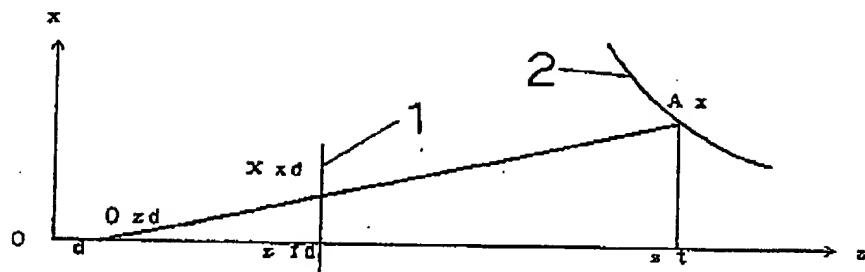
【図2】



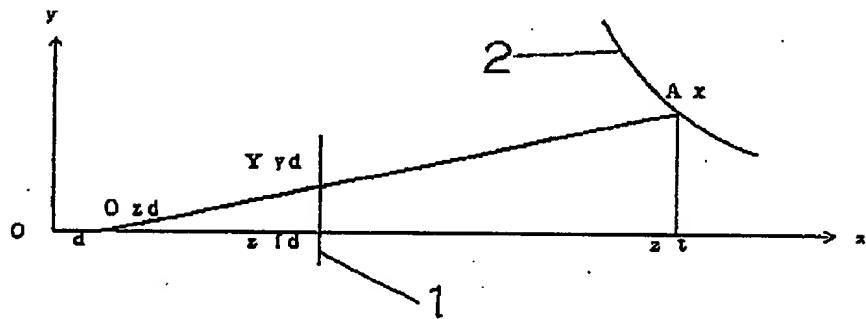
(9)

特開2000-65548

【図3】



【図4】



【図5】

